Photometrische Untersuchungen über die Größenskala des Küstnerschen Kataloges Bonn 1900

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

genehmigt

von der philosophischen Fakultät

der

Rheinischen Friedrich-Wilhelm-Universität

zu Bonn

Von

Bernhard Sticker

aus Berlin

1928

Ferd. Dümmlers Verlag, Berlin und Bonn

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Berichterstatter: Prof. Dr. J. Hopmann

Mit Genehmigung der Fakultät kommt hier nur der 2. und 3. Teil der eingereichten Arbeit zum Abdruck. Die vollständige Arbeit wird unter dem Titel: Helligkeitsverzeichnis von 620 Sternen; vergleichende Untersuchungen über das Küstnersche Größensystem im Verlag von Ferdinand Dümmler in Berlin und Bonn erscheinen.

Einleitung und Inhalt des ersten Teiles der vollständigen Arbeit

Bei der heute noch verhältnismäßig geringen Zahl genauer Helligkeitsverzeichnisse, die sich auch auf die schwächeren Sterne erstrecken, erschien es wünschenswert, die Beziehung der am Meridiankreis geschätzten Größen des Küstnerschen Kataloges von 10663 Sternen zu einem unserer fundamentalen photometrischen Kataloge kennen zu lernen. Als solches Fundamentalsystem kam hier allein das im Generalkatalog der Potsdamer Durchmusterung vorliegende in Frage, das durch direkten Vergleich die gesuchte Beziehung für die Kü.-Sterne bis zur Größe 7,5 lieferte. Darüber hinaus mußte für die schwächeren Sterne eine eigens angestellte Reihe photometrischer Beobachtungen von ausgewählten Kü.-Sternen den Anschluß an die P. D. liefern.

Die sich eng an das Küstnersche System anschließenden Größenangaben des Kataloges von 8803 Sternen von Prager sind damit gleichzeitig auf das System der P. D. reduziert, so daß wir, wenn der Anschluß durch die vorliegende Arbeit als gelungen bezeichnet werden kann, eine aus etwa 16 000 Sternen bestehende Erweiterung der P. D. bis zur Größe 11,5 besitzen, die von recht erheblicher Genauigkeit ist.

Die photometrischen Beobachtungen geschahen mit einem Graffschen Vergleichskeilphotometer am Schröderschen Sechszöller der Bonner Sternwarte. Der Photometerkeil ist von Hopmann bereits (AN 214 S. 425, 221 S. 33) auf seine optischen Eigenschaften untersucht worden. Die Keilkonstante wurde von mir von neuem abgeleitet aus Sternpaarmessungen aus folgenden Verzeichnissen: a) Graffs Plejadenkatalog, b) Graffs Hyadenkatalog, c) Polsterne aus dem G. K. der P. D. und AN 182 S. 197 und d) Sterne in den Zwillingen aus dem G. K. der P. D. Aus allen 4 Gruppen ergab sich übereinstimmend für weiße und gelbe Sternpaare die Keilkonstante zu $0^m,1678 \pm 0^m,0006$.

Die Beobachtungsreihe umfaßt rund 630 Sterne aus dem Küstnerschen Katalog schwächer als $8^m,0$, ferner 60 Sterne aus Harv. Ann. 70 aus der Zone $+ 34^0$. Diese Sterne sind in 70 Nächten in 260 Zonen von Januar bis November 1927 beobachtet worden; auf jeden Stern entfallen durchschnittlich 2,35 Beobachtungen. Zu Beginn und Ende jeder Zone sind 2 Sterne aus dem G. K. der P. D. gemessen, die zur Festlegung des Nullpunktes der Skala dienten. Der wahrsch. Fehler einer Beobachtung beträgt $\pm 0^m,130$, der wahrsch. Fehler der Endgrößen also $\pm 0^m,085$.

*

Die in dieser Arbeit benützten Abkürzungen und Literaturhinweise beziehen sich auf folgende Werke:

Kü. = F. Küstner: Katalog von 10663 Sternen Bonner Ver. Bd. 10.

Pr. = R. Prager: Katalog von 8803 Sternen Berl. Bab. Ver. Bd. IV.

P. D. = Potsdamer Durchmusterung. Die Angaben beziehen sich zum Teil auf die Einzelkataloge (E. K.) also Bd. IX, XIII, XIV, XVI der Potsd. Publik. zum Teil auf den Generalkatalog (G. K.) Bd. XVII.

Zweiter Teil

Die Reduktion der Sterne heller als $8^m,0$ auf die P. D.

DIE ENTSTEHUNG DES KÜSTNERSCHEN GRÖSSENSYSTEMS.

Ich möchte einige Bemerkungen über den Küstnerschen Katalog und die Entstehung seiner Größenangaben vorausschicken, muß jedoch wegen der Einzelheiten auf die Einleitung zur Orginalarbeit hinweisen. Der Zweck des Kataloges war, durch die Neubestimmung der Positionen von etwa 7000 mit den AG-Katalogen gemeinsamen Sternen die Einzelkataloge dieses Unternehmens unter sich und mit dem Auwers'schen Fundamentalsystem einheitlich zu machen. Die übrigen dreieinhalbtausend Sterne sollten zur Überbrückung der oft mehrere Quadratgrad großen Lücken, die der AG-Katalog am Himmel frei gelassen hat, dienen. Das Programm erstreckte sich vom Bonner Zenit bis zum Äquator, also von 0^0—51^0 nördl. Deklination und wurde in den Jahren 1894—1899 am Bonner sechszölligen Meridiankreis in schmalen Zonen von 3^0 bezw. 5^0 Breite beobachtet; je drei Gürtel wurden in einem Jahre erledigt, am Äquator beginnend.

		^{0} ^{0}
Jahresgürtel	I:	0— 9
	II:	9—18
	III:	18—27
	IV:	27—36
	V:	36—51

Bei den Größen des Kataloges ist der Versuch gemacht, sie streng einem guten photometrischen System anzuschließen. Als solches kam nur das damals erst in den Einzelkatalogen vorliegende Unternehmen der P. D. in Frage. Die Größen sind während der Ortsbestimmung allein nach einer sich an die Skala der Bonner Durchmusterung anschließenden Gedächtnisskala geschätzt, wobei als einziges photometrisches Hilfsmittel die für Meridiankreis-Beobachtungen von Küstner eingeführte bekannte Objektivgittereinrichtung diente, die die helleren Sterne so abzublenden ermöglicht, daß das im Gedächtnis zu behaltende Intervall nicht über zwei bis drei Größen-

klassen, von etwa $7^m,0$ bis $10^m,0$ hinausgeht. Sind die Abblendungsbeträge der drei leicht auswechselbaren Gitter (nahezu 2, 4, 6 Größen) genau bekannt, so ist es unter Benutzung des P. D. Kataloges möglich, die Beziehung der Gedächtnisskala zur photometrischen und ihrer normalen Fortsetzung für die schwächeren Sterne festzulegen, d. h. sowohl die besonderen Korrektionen, die jeder einzelne Abend je nach Zustand des Instruments, des Beobachters und der Atmosphäre verlangt, als auch die allgemeine Skalenkorrektion zu bestimmen.

Die Ableitung der Blendgrößen der Gitter wurde auf drei Wegen vorgenommen. Sie wurden von Mönnichmeyer in Bonn am Schröderschen Refraktor von gleicher Öffnung und Brennweite wie der Meridiankreis durch Stufenschätzungen, von Guthnick mit einem Zöllnerphotometer am Merzschen 4-Zöller der Berliner Sternwarte, ferner aber unabhängig davon aus Küstners eigenen Größenschätzungen, soweit sie Sterne der P. D. betreffen, in mehreren Näherungen abgeleitet. Eine hierbei vorgenommene Vereinfachung, die wahrscheinlich einen systematischen Fehler, nämlich eine Abhängigkeit von der Deklination in das Größensystem hereingebracht hat, wird uns noch später in diesem Teile der Arbeit beschäftigen.

Die endgültige Festlegung der Blendgrößen im System des Generalkataloges der P. D. soll dann ebenfalls mittels der systematischen Differenzen P. D.—Kü. erfolgen.

DER ANSCHLUSS DES KÜ.-SYSTEMS AN DIE P. D.

Wie eng nach den mannigfachen Reduktionen (Abhängigkeit von Rektaszension, Einfluß der Milchstraße, getrennte Zonenkorrektionen für helle und schwache Sterne u. a.) der Anschluß der Kü.-Größen an die Einzelkataloge der P. D. geglückt ist, läßt die Einleitung zum Katalog nicht direkt erblicken. Küstner gibt wohl auf S. 77 eine Tabelle der durchschnittlichen Differenzen E. K.—Bonn geordnet nach Deklinationen, aber nicht getrennt nach dem Argument der Größen selbst. Infolgedessen scheint der Anschluß an die Einzelkataloge nahezu vollkommen zu sein. Die durchschnittliche Differenz in den einzelnen Jahresgürteln geht aus nebenstehender Tabelle hervor. Schon hier tritt das ausführlich zu besprechende verschiedene Verhalten der Kü.-Sterne in den 5 Jahresgürteln auf. Der zweite, dritte und fünfte Gürtel ergeben praktisch den Wert $\Delta m = 0$, während die Sterne des ersten Gürtels schwächer, die des

Deklin.	Sterne	Δ m
° °		m
0— 9	176	—0,030
9—18	226	—0,004
18—27	306	+0,008
27—36	283	+0,018
36—51	519	+0,003

vierten heller als das Mittel der übrigen sein müssen. Der wahre Sachverhalt wird jedoch durch die obige Tabelle noch vollkommen verwischt, wie man aus der im Nachtrag S. 78 folgenden Tabelle ersehen kann, die die Beziehung des Küstnerschen Größensystems zum Generalkatalog der P. D. darstellt. Ich habe diese Tabelle noch einmal neu berechnet;*) sie bringt zu dem Argument der Kü.-Größen von halber zu halber Größenklasse fortschreitend und nach vier Farbenklassen getrennt, die systematischen Differenzen G. K. —Kü. Die Einheiten der Tabelle sind hier und in allen folgenden die hundertstel Größenklassen.

Systematische Differenzen G. K.—Kü.

Kü-Größen	W		GW		WG		G, RG, GR		alle Farben	
	**	Δ	**	Δ	**	Δ	**	Δ	**	Δ
m m										
4,0—5,0	12	— 1	28	— 3	15	— 6	46	— 3	101	— 4
5,0—5,5	21	— 2	55	— 8	26	— 8	41	— 9	143	— 7
5,5—6,0	28	— 3	79	— 5	41	— 8	60	— 7	218	— 6
6,0—6,5	37	+ 1	104	— 3	61	— 1	45	— 6	247	— 2
6,5—7,0	30	+ 5	84	+ 5	79	+ 5	56	+ 3	249	+ 4
7,0—7,5	41	+ 4	137	+ 4	97	+ 1	31	— 2	306	+ 3
7,5—8,0	26	+12	101	+13	56	+ 9	12	— 6	195	+10
8,0—8,7	6	+27	23	+20	6	— 6	1	+ 5	36	+16
Gesamt	201	+3,4	611	+2,5	381	+0,7	292	—4,0	1495	+0,8

Ein deutlicher Gang mit der Größe, besonders im Gesamtmittel, ist unverkennbar. Nach Küstners Bemerkungen soll dieser Gang im wesentlichen „von den systematischen Korrektionen, die bei der Herstellung des Gen. Kat. an die mit den Photometern C_I und D gemessenen Größen der Einzelkataloge zur Reduktion auf das Fundamentalsternsystem angebracht worden sind" herrühren. Doch hat schon Prager (l. c. S. XVIII), wenigstens für den Bereich 31°—40°, festgestellt, daß der Gang mit der Größe bereits bei dem Vergleich der Kü.-Größen mit den Einzelkatalogen zu Tage tritt.**) Die dort gegebenen Differenzen stimmen schon nahe überein mit denen die Küstner aus dem Vergleich G. K.—Bonn gefunden hat. Ich möchte

*) WG. 6,50—6,99 muß bei Küstner, S. 78, wohl + 0,05 heißen statt — 0,05.

**) Siehe hierzu die Tabelle auf S. 29.

an der folgenden wichtigen Tabelle, die alle späteren ausführlich gegebenen umfaßt, zeigen, daß der schon vorhandene Gang der Kü.-Größen durch die Anbringung der systematischen Potsdamer Korrektionen beim Übergang zum G. K. nur verstärkt wird, und zwar gilt dies für den ganzen Bereich von 0° bis 51°. Die Tabelle enthält der Reihe nach wieder zu dem Argument der Kü.-Größen die systematischen Differenzen G. K.—Kü. nach der Tab. auf S. 20, die gleichen Differenzen E. K.—Kü. nach der später folgenden Tab. auf S. 22, die daraus ermittelten Differenzen G. K.—E. K., die wie der Vergleich mit der vorletzten Spalte zeigt, fast vollkommen übereinstimmen mit systematischen Korrektionen auf das Fundamentalsystem, deren Beträge man nach S. XII des G. K. erhält, wenn man die Verteilung der Kü.-Sterne auf die beiden Photometer C_I und D so annimmt, wie es in der letzten Spalte angedeutet ist, und wie es der Wirklichkeit am besten entsprechen dürfte.

Vergleich Potsdam—Küstner.

Kü.-Größen	G. K.—Kü.	E. K.—Kü.	G. K.—E. K. (Bonn)	G. K.—E. K. (P. D.)	Verteilung
m m					
4,0—5,0	— 4	— 1	— 3	— 3	C_I
5,0—5,5	— 7	— 6	— 1	0	C_I
5,5—6,0	— 6	— 4	— 2	— 1	$^2/_3$ C_I + $^1/_3$ D
6,0—6,5	— 2	— 2	0	0	$^1/_3$ C_I + $^2/_3$ D
6,5—7,0	+ 4	+ 4	0	0	D
7,0—7,5	+ 3	+ 1	+ 2	0	D
7,5—8,0	+10	+ 6	+ 4	+ 4	D
8,0—8,7	+16	+ 7	+ 9	+10	D

Nachdem einmal der ausgesprochene Gang der Differenzen mit der Größe feststand, galt es den Vergleich der Kü.-Größen mit dem Potsdamer System noch detaillierter nach Deklinationen und Rektaszensionen getrennt auszuführen. Ich teile zunächst das Ergebnis in Tabellenform mit und gehe dann zur Besprechung über. Ursprünglich hatte ich das ganze Material nach den vier Farbenklassen getrennt behandelt, doch bin ich wieder davon abgegangen, einmal wegen der zu großen Zersplitterung, die keine sicheren Schlüsse mehr erlaubt, und weil ferner der später zu erfolgende Anschluß für das Gros der schwächeren Sterne doch nicht mehr die Trennung nach

Farben mangels Kenntnis derselben ermöglicht. Im übrigen entspricht das Ergebnis der Farbenuntersuchung, wie schon die Mittelwerte der vorletzten Tabelle andeuten, durchaus den Erwartungen eines normalen Verhaltens des Beobachters Küstner gegenüber den beiden Potsdamern. Küstner hat die gelben Sterne um etwa $0^m,08$ schwächer im Vergleich zu den weißen gesehen als Müller und Kempf. Im gleichen Sinne weichen z. B. auch Pickering, Pritchard und die B. D. von dem Potsdamer System ab.

Vergleich E. K.—Kü.

Kü.-Größen	0° — 9°		9°—18°		18°—27°		27°—36°		36°—51°		0°—51°	
	**	Δ	**	Δ	**	Δ	**	Δ	**	Δ	**	Δ
>4,99	1	— 4	17	— 4	27	— 2	25	— 2	31	0	101	— 1
5,00—5,49	2	+ 7	23	— 6	29	— 3	30	— 5	60	— 8	144	— 6
5,50—5,99	11	— 7	30	— 2	47	— 2	48	— 3	72	— 5	208	— 4
6,00—6,49	29	— 7	49	0	53	0	37	— 4	79	— 1	247	— 2
6,50—6,99	52	+ 3	37	+ 5	49	+ 1	38	+ 5	73	+ 1	249	+ 4
7,00—7,49	56	— 5	43	+ 1	50	+ 1	52	+ 4	105	+ 4	306	+ 1
7,50—7,99	19	—12	20	+ 2	40	+10	39	+13	76	+ 6	194	+ 6
<8,00	3	— 1	2	— 8	7	+ 4	3	+28	21	+ 8	36	+ 7
Gesamt	173	— 3,7	221	+ 0,1	302	+ 0,7	272	+ 1,8	517	+ 1,0	1485	+ 0,6

Vergleich G. K.—Kü.

Kü.-Größen	0° — 9°		9°—18°		18°—27°		27°—36°		36°—51°		0°—51°	
	**	Δ	**	Δ	**	Δ	**	Δ	**	Δ	**	Δ
>4,99	1	— 5	17	— 8	27	— 3	25	— 3	31	— 2	101	— 4
5,00—5,49	1	+25	23	— 7	29	— 4	31	— 6	59	— 9	143	— 7
5,50—5,99	11	—11	30	— 4	47	— 5	48	— 5	72	— 7	208	— 6
6,00—6,49	30	— 5	48	— 2	53	— 1	38	— 4	78	— 2	247	— 2
6,50—6,99	52	+ 5	37	+ 6	48	0	38	+ 4	74	+ 6	249	+ 4
7,00—7,49	55	— 3	44	0	49	+ 1	54	+ 9	104	+ 4	306	+ 3
7,50—7,99	19	— 7	21	+ 7	39	+12	39	+18	77	+10	195	+10
<8,00	3	+ 7	2	+ 2	7	+11	3	+36	21	+18	36	+16
Gesamt	172	— 1,6	222	— 0,6	299	+ 0,4	276	+ 2,9	516	+ 1,5	1485	+ 0,9

Ein Blick auf die Tabellen, in der die Trennung nach den einzelnen Hauptgürteln vorgenommen ist, zeigt deutlich das verschiedene Verhalten in Deklination, das uns schon zu Beginn dieses Abschnitts aufgefallen war; während auch hier wieder der 2., 3. und 5. Gürtel ziemlich gut untereinander und mit dem Hauptmittel übereinstimmen, weicht der erste Gürtel ziemlich stark negativ, der vierte ebenso positiv davon ab. Worin liegt nun die Ursache?

Ich hatte schon bei Besprechung der Blendgrößen der Gitter darauf hingewiesen, daß bei ihrer Festlegung ein systematischer Fehler in das Kü.-System hereingekommen ist. Es handelt sich hierbei um folgendes. Nachdem Blendgrößen und Skalenkorrektion in erster Näherung bestimmt worden sind, bildet Küstner die noch verbleibenden Differenzen: $v = \Delta m$ — Zonenkorrektion, wo $\Delta m =$ (P. D. Größe + Blendgröße 1. Näh.) — (Kü. Größe + Skalenkorrektion 1. Näh.), aus sämtlichen Kü. und der P. D. gemeinsamen Sternen. Diese v bedeuten aber mit ihrem Vorzeichen die Verbesserung der angenommenen Skalenkorrektion bezw. mit umgekehrten Vorzeichen die Verbesserung der angenommenen Blendgrößen. Bezeichnet man die Gitter mit 0, 1, 2, 3, wo 0 die volle Objektivöffnung bedeutet und mit v_0, v_1, v_2, v_3, die Mittel der obigen Abweichungen v, jenachdem sie von den verschiedenen Gittern herrühren, so hat man für die drei gesuchten Korrektionen der Blendgrößen x, y, z, die Bedingungsgleichungen:

$$v_0 - v_1 = x \qquad v_2 - v_1 = x - y$$
$$v_0 - v_2 = y \qquad v_3 - v_1 = x - z$$
$$v_0 - v_3 = z \qquad v_3 - v_2 = y - z$$

Die Auflösung der daraus hergeleiteten Normalgleichungen liefert folgende Werte der Zuschläge nebst ihren Gewichten und dem mittleren Fehler der Gewichtseinheit, alles in Einheiten von $0^m,01$.

Verbesserung der Blendgrößen 1. Näh. nach Kü. S. 69

Jahresgürtel	x	p_x	y	p_y	z	p_z	m.F.Gew.1
I	—10,0	49	—10,3	49	—16,3	43	±28,5
II	+ 3,0	57	+ 5,8	45	— 1,6	44	25,8
III	+ 2,9	75	+ 7,6	58	+ 4,7	43	32,5
IV	+15,2	76	+18,3	62	+14,3	48	29,7
V	+ 4,5	149	+ 7,9	115	+ 5,7	91	27,4
Mittel	+ 4,2		+ 6,8		+ 2,4		±28,8

Wir entnehmen daraus, daß die Beträge für die Blendgrößen im ersten Jahre kleiner gewesen sind, im vierten Jahre erheblich größer als im Mittel der drei übrigen. Dasselbe Ergebnis hatte natürlich auch schon die Ableitung der Blendgrößen in erster Näherung geliefert, die für jeden Jahresgürtel getrennt berechnet wurden. Auf S. 55 finden wir folgende Tabelle der Blendgrößen 1. Näh.

Jahresgürtel	B_1	B_2	B_3
I	1,95	4,03	6,30
II	2,00	4,12	6,28
III	2,00	4,12	6,28
IV	2,11	4,24	6,37
V	2,04	4,16	6,33

Hier bei der 1. Näherung ebenso wie bei der zweiten hat sich Küstner nach seiner eigenen Bemerkung auf S. 70 durch das anscheinend geringe Gewicht der Einzelwerte abhalten lassen, dieselben für reell zu halten und zur Reduktion zu benutzen. Doch beträgt, wie man sich in der vorletzten Tabelle überzeugt, der durchschnittliche mittlere Fehler im 1. Jahres-Gürtel nur 4,2, im 4. J. 3,8 Hundertstel Größen, sodaß die Vernachlässigung nicht ganz gerechtfertigt erscheint. Die Folge wird natürlich sein, wie es auch die Tabellen auf S. 25 bestätigen, daß die Kü.-Größen des 1. Gürtels zu schwach, die des 4. zu hell angegeben sind.

Worauf nun die Abweichungen der Blendgrößen in den verschiedenen Jahren zurückzuführen sind, läßt sich heute schwer feststellen. Eine tatsächliche Veränderung der Gitter (Ansatz von Staub und Rost) soll nach Küstner nicht in Frage kommen. Vielleicht sprechen hier die Tatsachen mit, daß zu Ende des ersten Gürtels ein Okularwechsel stattfand und von der Vergrößerung 190 auf 140 herabgegangen wurde. Küstner bemerkt hierzu (S. 96): „Der Gewinn an Helligkeit war auffallend, der Grund ist wohl darin zu suchen, daß es bei verschwommenen Bildern mehr auf die Flächenhelligkeit ankommt." Ferner übernahm zu Anfang des vierten Gürtels der Assistent am Kreise auch die Benutzung der Arbeitsliste, die Einstellung am Pointer und sämtliche Notizen in das Beobachtungsbuch. Das Auge des Beobachters Küstner, der diese Funktionen bis dahin mitverrichtete, blieb daher weit besser an das Dunkel adaptiert,

wodurch vielleicht eine Auffassungsverschiedenheit in die Schätzungen hereingekommen ist, die sich in den Blendgrößen wiederspiegelt. Beide Effekte sind sicher tunlichst in den Zonenkorrektionen und den nach fünf Jahren getrennten Skalenkorrektionen schon berücksichtigt, aber anscheinend nicht in ausreichendem Maße.

Natürlich ist es jetzt auch möglich mit Hilfe der systematischen Differenzen aus den Tabellen auf S. 22 die definitiven Werte der Blendgrößen der drei Gitter festzulegen, was vielleicht für die weitere Verwendung der Gitter am Bonner Meridiankreis von Nutzen sein kann. Die Differenzen P. D.—Kü. vertreten hier die Stelle der Abweichungen v unter Berücksichtigung der auf die einzelnen Gitter entfallenden Zahl der Sterne. Hierzu können wir folgendermaßen vorgehen. Nach Küstners Angaben entfallen auf die Gitter 0, 1, 2, 3 der Reihe nach 8, 34, 43, 15 Prozent der mit der P. D. gemeinsamen Sterne, also derjenigen, die die Tabellen gerade umfassen. Die Verteilung derselben auf die einzelnen Größenstufen ist aber folgende:

Größen:	4,0—5,0	5,0—5,5	5,5—6,0	6,0—6,65	6,5—7,0	7,0—7,5	7,5—8,0	8,0—8,7
% der P.D.Sterne	6,8	9,7	14,0	16,6	16,7	20,6	13,2	2,4
G. K.—Kü.	—4	—7	—6	—2	+4	+3	+10	+16
E. K.—Kü.	—1	—6	—4	—2	+4	+1	+ 6	+ 7

Die beiden letzten Reihen enthalten die schon bekannten systematischen Differenzen. Damit berechnen sich unter Berücksichtigung der prozentualen Verteilung die folgenden auf die einzelnen Gitter entfallenden Differenzen v:*)

im System des G. K.: $v_0 = +11{,}80$, $v_1 = +4{,}73$, $v_2 = -1.96$, $v_3 = -5{,}60$,

im System der E. K.: $v'_0 = +6{,}29$, $v'_1 = +2{,}63$, $v'_2 = -1{,}27$, $v'_3 = -3{,}75$.

*) z. B.: Die 15% der mit Gitter 3 gemessenen Sterne umfassen die hellsten Sterne, also die 6,8% aus der Gruppe 4,0—5,0, die übrigen 8,2% aus der nächstfolgenden Gruppe, mithin wird aus den Differenzen G. K.—Kü.:

$$v_3 = \frac{6{,}8 \cdot (-4) + 8{,}2\ (-7)}{15} = -5{,}60.$$ Ganz entsprechend wird

$$v_2 = \frac{1{,}5 \cdot (-7) + 14{,}0 \cdot (-6) + 16{,}6 \cdot (-2) + 10{,}9 \cdot (+4)}{43} = -1{,}96$$ usw.

Daraus folgen dann die Verbesserungen:

G. K.	E. K.
$x = +\ 7{,}07$	$x' = +\ 3{,}66$
$y = +13{,}76$	$y' = +\ 7{,}56$
$z = +17{,}40$	$z' = +10{,}04$

die an die definitiven Blendgrößen Küstners: $2^m{,}03$, $4^m{,}22$, $6^m{,}36$ anzubringen sind. Wie erhalten also als

Blendgrößen im System des G. K.: $2^m{,}101$ $4^m{,}358$, $6^m{,}534$

Blendgrößen im System der E. K.: $2^m{,}067$, $4^m{,}296$, $6^m{,}460$

Der hier eingeschlagene Weg gibt wohl mit ausreichender Sicherheit einen Einblick in die zu erwartenden tatsächlichen Verhältnisse. Eine exakte Bestimmung der Blendgrößen, die zudem heute bei verändertem Beobachter doch keinen einwandfreien Wert besäße, lag außerhalb des Rahmens dieser Arbeit. Eine Bestätigung des obigen Ergebnisses mag in den jetzt gut mit den Blendgrößen im System der E. K. harmonierenden Werten erblickt werden, die Guthnick, wie erwähnt, durch direkte Bestimmung mittels Photometer erhielt und zwar: $2^m{,}022$, $4^m{,}283$, $6^m{,}452$.

Ich kehre nun zur Besprechung der Differenzen P. D.—Kü. zurück. Einen etwa vorhandenen Gang nach Rektaszension habe ich nachgeprüft, obwohl ein solcher nach der Anlage des Kü.-Systems und seiner Reduktion nicht mehr zu erwarten war. Die folgende Tabelle gibt von drei zu drei Stunden in der üblichen Anordnung die Mittel der Differenzen nebst der Zahl derselben.

Gang der Differenzen G. K.—Kü. nach Rektaszension.

Kü.-Gr.	0^h—3^h	3^h—6^h	6^h—9^h	9^h—12^h	12^h—15^h	15^h—18^h	18^h—21^h	21^h—24
4,5—5,0	10 — 10	17 — 8	7 — 3	8 + 1	10 — 1	13 — 3	21 0	15 — 4
5,0—5,5	19 — 4	24 — 11	19 — 8	7 — 13	17 — 3	15 + 3	33 — 9	16 — 11
5,5—6,0	25 — 2	21 — 5	28 — 1	27 — 11	22 — 4	33 — 4	26 — 9	24 — 9
6,0—6,5	35 — 7	33 — 2	48 — 3	22 + 1	27 — 3	17 — 5	32 — 1	35 + 1
6,5—7,0	23 + 3	37 + 6	33 + 6	33 + 2	23 + 7	33 + 8	24 + 2	37 + 1
7,0—7,5	37 + 3	47 + 1	51 0	31 — 1	27 + 6	40 + 3	45 + 7	30 — 1
7,5—8,0	27 + 7	17 + 12	25 + 12	23 + 12	27 + 5	28 + 7	24 + 8	23 + 19
8,0—8,7	3 — 7	6 + 24	4 + 10	4 + 9	5 + 12	9 + 29	1 + 32	5 + 11
Gesamt	179 — 1 | 202	0 | 215 + 1 | 155	0 | 158 + 2 | 188	+ 3 | 201	0 | 185 + 1			

Die Tabelle zeigt kaum ein auffälliges Verhalten und ist wohl den Gesamtmitteln kein zu großes Gewicht beizulegen. Es bleibt also nur die Abhängigkeit der Skalenkorrektion von der Deklination (S. 22) bestehen und scheint es mir hier nicht erlaubt, wenigstens bei den schwächeren Sternen, die Korrektionen, die an die Kü.-Sterne angebracht werden sollen, durch eine einzige Kurve darzustellen. Nur bis $6^m,5$ habe ich in den vorläufigen Reduktionstabellen für den ganzen Deklinationsbereich eine gemeinsame Darstellung gewählt, darüber hinaus auch für die Gürtel II, III und V. Die Einzelwerte für diese drei Gürtel sowie diejenigen für den 4. Gürtel ließen sich in graphischer Darstellung durch einen recht glatten Kurvenzug ausgleichen. Nicht so leicht ist die Behandlung des ersten Gürtels, der weit weniger Sterne enthält als die übrigen und schon deshalb nicht so sichere Schlüsse erlaubt. Besonders auffallend ist hier das Absteigen der Differenzen bei $6^m,0$. Ich habe nun die 172 Sterne in Gruppen zu je 30 (nur die erste Gruppe enthält 22) zusammengefaßt und so folgende 7 Werte erhalten:

Gürtel I.

Mittel	Diff.	Kurve
5,90	—9	—9
6,42	—1	—1
6,71	+4	+4
6,99	—1	+1
7,26	0	—1
7,66	—7	—6

Durch eine leichte Ausgleichung gelangt man dann zu den danebenstehenden (mit Kurve bezeichneten) Werten. Der später zu erfolgende Anschluß der schwächeren Sterne im Abschnitt III wird zeigen, wie weit auch der absteigende Ast dieser Kurve berücksichtigt werden muß. Die folgende Übersicht gibt die vorläufigen Reduktionen der Kü.-Sterne, die, wie gesagt, bei den schwächeren Sternen (bei $8^m,0$ beginnt die direkte Nachprüfung am Himmel) noch eine Änderung erfahren können.

Vorläufige Reduktionen der Kü.-Sterne auf den G. K.

Kü.-Gr.	0°—9°	9°—18° 18 —27 36 — 51	27°—36°
4,5		— 4	— 4
5,0		— 6	— 6
5,5		— 6	— 6
6,0	(—8)	— 4	— 4
6,0	0	0	0
7,0	(+1)	+ 3	+ 6
7,5	(—4)	+ 8	+13
8,0		+12	+27

DER ANSCHLUSS DES PRAGERSCHEN GRÖSSENSYSTEMS AN DIE P. D.

Bei der Besprechung der Pragerschen Größenskala kann ich mich kürzer fassen. Das Programm des Pragerschen Kataloges von 8803 Sternen umfaßt die Anhaltsterne der Potsdamer Zone der photographischen Himmelskarte, nämlich den Deklinationsbereich von 31° bis 40°. Sämtliche Küstner-Sterne dieser Zone (1697) sind vertreten, sodaß sich Prager entschloß, seine Gedächtnisskala, die sonst auf gleiche Weise wie die Küstnersche entstanden ist, eng an das Küstnersche photometrische System und damit an die P. D. anzuschließen.

Der Anschluß ist in der Tat sehr gut gelungen, wie die gemittelten Differenzen Pr.—Kü. auf S. XIX des Kataloges zeigen. Der Pragersche Katalog muß also gegenüber der P. D. dasselbe Verhalten zeigen wie Kü. Zu diesem Zweck habe ich für die Zone von 31°—40° gesondert die Differenzen G. K.—Kü. abgeleitet; dieser Bereich umfaßt die beiden nicht homogenen Gürtel IV und V. Die folgende Tabelle gibt in der üblichen Anordnung die Vergleiche: G. K.—Pr., G. K.—Kü. (Zone 31°—40°) E. K.—Kü. (Zone 31°—40°), die aus der 2. und 3. Spalte ermittelten Differenzen Pr.—Kü. = (G. K.—Kü.) — (G. K.—Pr.) und endlich die gleichen Differenzen nach Pragers Angaben auf S. XIX.

Vergleich Potsdam mit Prager und Küstner für 31°—40°.

Pr.-Größe	G. K.—Pr.		G. K.—Kü.		E. K.—Kü.	Pr.—Kü.	Pr.—Kü.
	**	Δ	**	Δ	Δ	(aus d. 2. u. 3. Sp.)	(nach Prager)
m							
>5,00	12	— 6	32	— 4	— 2	+ 2	—1
5,00—5,49	34	—10	37	— 3	— 4	+ 7	+2
5,50—5,99	45	— 6	55	— 7	— 5	— 1	—1
6,00—6,49	51	0	50	— 1	— 1	— 1	+1
6,50—6,99	54	+ 2	42	+ 2	+ 4	0	+1
7,00—7,49	61	+ 7	56	+10	+ 6	+ 3	—1
7,50—7,99	66	+11	43	+16	+12	+ 5	+3
<8,00	42	+23	7	+29	+20	+ 6	+2

Die beiden letzten Spalten zeigen in Anbetracht der hier erreichbaren Genauigkeit befriedigende Übereinstimmung, da zu beachten ist, daß die Pragersche Reihe die umfassendere ist und in diesem Deklinationsbereich mit der P. D. 43 Sterne mehr gemeinsam hat als Küstner.

Bemerkenswert ist die besonders starke Krümmung der Küstnerskala in diesem Bereich, wenn man hierzu den Gang der Küstnerskala mit dem Gesamtmittel der Tabelle auf S. 22 vergleicht. Daß dieser Gang auch schon in den Differenzen E. K.—Kü. steckt, zeigt die 4. Spalte der obigen Tabelle.

Gleichen wir die Werte der zweiten Spalte graphisch aus, so erhalten wir die folgenden systematischen Korrektionen, die in engem Anschluß an die der Kü.-Sterne abgeleitet wurden. Auch hier kann der endgültige Anschluß für die schwächeren Sterne erst im folgenden Abschnitt erfolgen.

Vorläufige Reduktionen der Pr.-Sterne auf den G. K.

Pr.-Größe	Reduktion
m	m
4,5	—0,06
5,0	— 9
5,5	— 8
6,0	— 5
6,5	0
7,0	+ 5
7,5	+ 11
8,0	+0,20

Dritter Teil

Die Reduktion der Sterne schwächer als $8^m,0$ auf die P. D.

REDUKTION DER KÜ.-STERNE.

Wir können jetzt daran gehen, aus dem Material der 631 von mir photometrisch beobachteten Sterne die Reduktionen für die schwächeren Kü.-Sterne abzuleiten. Ich teile zunächst das Ergebnis für den Hauptgürtel mit; die Sterne sind in weitere fünf Größenklassen für das Argument der Kü.-Größen eingeteilt und ferner nach vier Rektaszensionsintervallen getrennt, um die Abhängigkeit von der Rektaszension zu prüfen.

Systematische Differenzen St.—Kü. für den Gürtel von 30^0—40^0.

Kü.-Gr.	Mittel	0^h—6^h		6^h—12^h		12^h—18^h		18^h—24^h		Gesamt	
		**	Δ	**	Δ	**	Δ	**	Δ	**	Δ
8,0— 8,5	8,23	5	+ 25	17	+34	11	+43	11	+24	44	+33
8,5— 9,0	8,75	9	+ 29	19	+42	13	+46	13	+44	54	+44
9,0— 9,5	9,25	49	+ 52	37	+48	18	+68	32	+60	136	+55
9,5—10,0	9,71	49	+ 60	37	+61	25	+62	26	+62	137	+61
<10,0	10,20	6	+106	21	+57	13	+58	3	+42	43	+63

Das wichtigste Ergebnis dieser Tabelle ist wohl die Bestätigung des weiteren starken Ansteigens der Differenzen St.—Kü. d. h. der Differenzen P. D.—Kü., wenn man meine Skala als die normale Fortsetzung der P. D.-Skala ansieht. Eine Abhängigkeit von der Rektaszension ist indessen auch hier, vor allem bei den besser gesicherten Werten $9^m,0$—$10^m,0$, nicht erkennbar.

Es erhebt sich nun die Frage, ob nicht nachträglich meine Beobachtungen durch die Anbringung von Zonenkorrektionen zu verbessern sind. Diese Verbesserungen müßten die Aufgabe haben, die von den beiden jeweilig benutzten P. D.-Anhaltsternen herrührenden indivi-

duellen Fehler zu beseitigen. Um hier einen Einblick zu gewinnen, habe ich für die 60 Felder des Hauptgürtels die Zonenkorrektionen ermittelt, indem ich für jede Zone das Mittel der übrigbleibenden Differenzen: (St.—Kü.) nach Beobachtung — (St.—Kü.) nach der obigen Tabelle bildete. Das Mittel dieser Differenzen: Beobachtung — Kurve, ohne Rücksicht auf ihr Vorzeichen gebildet, ist aus allen 60 Feldern $0^m,134$; Differenzen über $0^m,20$ kommen 7 vor, darunter 3 über $0^m,30$. Da nun aber der Betrag von $0^m,134$ im Einzelfalle durchaus nicht als Fehler der P. D.-Sterne verbürgbar ist, sondern zum größten Teil von den Fehlern der Kü.- bezw. St.-Sternen herrührt, habe ich die Zonenkorrektionen in keinem Falle angebracht. Bildet man nämlich die Differenzen: Beobachtung—Kurve oder, was das gleiche ist, reduzierte Kü.-Größe—St.-Größe für die rund 400 Sterne einzeln (und nicht wie eben für das Mittel der 6 Sterne pro Feld), so erhält man, wie später auf S. 45 ausgeführt wird, als wahrscheinliche Differenz Kü.-St. $0^m,146$. Dagegen beträgt der w. Fehler einer Größe bei Kü. $\pm 0^m,095$, bei St. $\pm 0^m,085$; es folgt also hieraus als zu erwartender w. Fehler der Differenz $\sqrt{0{,}095^2 + 0{,}085^2} = 0^m,127$. Man sieht also, daß die Ungenauigkeit der P. D. Größen nur sehr gering ins Gewicht fällt. Die Anbringung der Zonenkorrektionen würde kaum eine Verbesserung bringen und zudem an den systematischen Differenzen Kü.—St., die uns ja am meisten interessieren, überhaupt nichts ändern.

Die folgende Tabelle bringt die Ergebnisse auch der vier anderen Gürtel zusammen mit dem des Hauptgürtels. Die Reihe $8^m,0$—$8^m,5$ enthält sowohl die Werte, die aus dem direkten Vergleich der Kü.-Sterne mit dem G. K. gewonnen sind (2. Tabelle S. 22), als auch die aus dem Vergleich mit den von mir beobachteten.

Differenzen St.—Kü.

Kü.-Gr.	0°—10°		10°—20°		20°—31°		31°—40°		40°—51°		Gesamt	
	**	Δ	**	Δ	**	Δ	**	Δ	**	Δ	**	Δ
8,0— 8,5	3	+7	4	+2	7	+20	7	+29	16	+16	36	+16
8,0— 8,5	8	+30	8	+16	8	+52	44	+29	7	+25	75	+30
8,5— 9,0	8	+43	10	+34	8	+52	54	+42	9	+42	89	+42
9,0— 9,5	17	+48	17	+53	18	+57	136	+55	17	+36	205	+53
9,5—10,0	18	+66	16	+68	17	+61	131	+61	19	+50	201	+61
<10,0	5	+78	5	+60	5	+100	43	+63	4	+60	62	+67
Mittel	56	+53	56	+49	56	+61	408	+53	56	+42		

Zwei Fragen erheben sich jetzt. Tritt das verschiedene Verhalten in Deklination auch hier zu Tage? und ist der Anschluß meiner Skala an die P. D. gelungen oder besteht ev. noch eine Nullpunktsverschiebung? Da wir für die Beantwortung der ersten Frage, das obige Material erst in die 5 Küstnerschen Gürtel aufspalten müssen, wollen wir zunächst die zweite beantworten. Hier weisen vor allem die Werte des Hauptgürtels daraufhin, daß der Anschluß in der Tat vollkommen gelungen ist. Die Werte der vier anderen Gürtel können hierbei nicht so sehr mitsprechen, da die Zahl der in beiden Vergleichen gefundenen Differenzen zu klein ist. Verdächtig könnten nur die beiden Werte des Gesamtmittels sein, das hier unter Berücksichtigung der Zahl der Differenzen gebildet ist; doch ist die Streuung der 111 Einzelwerte so groß, daß wir in der Folge unbedenklich mit den Mittelwerten aus den direkten und den durch Beobachtung gewonnenen Differenzen rechnen können. Zudem wäre nach Art der Herleitung der Keilkonstanten eine Nullpunktsverschiebung nicht recht verständlich. Weitere Untersuchungen über die Richtigkeit meiner Skala werden wir auf S. 40 u. f. finden.

In der folgenden Tabelle, die die Trennung nach den Küstnergürteln vornimmt, habe ich aus den ebengenannten Gründen in der Klasse 8,0—8,5 beide Differenzen zu einem Mittel vereinigt.

Differenzen St.-Kü.

Kü.-Gr.	0° — 9°		9° — 18°		18° — 27°		27° — 36°		36° — 51°		Mittel aus II, III, V
	**	Δ	**	Δ	**	Δ	**	Δ	**	Δ	Δ
8,0— 8,5	11	+23	7	+18	14	+23	36	+37	43	+23	+21
8,5— 9,0	8	+31	9	+32	6	+49	39	+40	27	+45	+42
9,0— 9,5	14	+50	17	+56	13	+58	94	+58	67	+47	+54
9,5—10,0	14	+78	18	+64	14	+62	91	+63	64	+59	+62
<10,0	1	+84	6	+76	3	+82	22	+75	25	+53	+70
Mittel	48	+47	57	+52	55	+52	282	+56	226	+45	

Betrachten wir zunächst die Mittel der untersten Zeile, die mit Rücksicht auf die Zahl der Einzelwerte gebildet sind, so scheint sich auch hier der Einfluß in Deklination weiterhin bemerkbar zu machen, wenn auch nicht so ausgeprägt wie bei den helleren Sternen. Besonders der Vergleich der beiden gut gesicherten Werte der Zonen IV und V spricht für etwas größere Differenzen des vierten Gürtels.

Weniger sicher ist auch hier wieder das Verhalten des ersten Gürtels zu beurteilen. Der Mittelwert +47 scheint allerdings im Vergleich zu den Werten des 2.—4. Gürtels auf einen nicht so starken Gang der Differenzen hinzudeuten. Dagegen spricht allerdings die gute Übereinstimmung mit dem Gürtel V.

Ich habe nun in der Folge, um die endgültigen Korrektionen abzuleiten, wieder wie oben den 2., 3., und 5. Gürtel vereinigt behandelt und ein Gesamtmittel abgeleitet, diesmal allerdings ohne Rücksicht auf die Zahl der Beobachtungen, um nicht den 5. Gürtel ungebührlich zu bevorzugen. Diese Gesamtmittel stehen in der letzten Spalte der obigen Tabelle; sie lassen sich ziemlich zwanglos durch einen glatten Kurvenzug ausgleichen. Die graphische Darstellung der Einzelwerte des ersten Gürtels führte zu dem Schluß, daß hier kein besonderer Kurvenzug nötig ist, sondern, daß die Werte unbedenklich mit dem Mittel des 2., 3. und 5. Gürtels vereinigt werden können. Damit ist natürlich auch der Anschluß an die helleren Sterne festgelegt. Ich halte es für richtiger, auch hier die Sonderstellung des ersten Gürtels aufzugeben und den Abstieg der Differenzen bei $7^m,0$ durch Anhäufung von zufälligen Fehlern zu erklären. Ganz aus dem Rahmen würde hierbei nur der auf 10 Differenzen beruhende Wert $7^m,66$: — $0^m,07$ (s. S. 27) fallen, den man wohl verwerfen muß. Die übrigbleibenden fünf Werte werden dann ohne weiteres durch die Kurve des 2., 3., und 5. Gürtels mit ausgeglichen und der Anschluß an die schwächeren Sterne ist damit wieder befriedigend. Die Deklinationen 0^0—27^0 und 36^0—51^0 sind also von jetzt ab nicht mehr getrennt behandelt. Die für die ausgleichende Kurve zugrundegelegten Werte nehmen unter Hinzuziehung des ersten Gürtels folgende Gestalt an:

Gürtel I—III, V.

Kü. Gr.	Mittel	Differenz
8,0— 8,5	8,25	+21
8,5— 9,0	8,75	+39
9,0— 9,5	9,25	+53
9,5—10,0	9,75	+66
10,0	10,20	+74

Dagegen kann weiterhin getrennt behandelt werden der vierte Gürtel, dessen Einzelwerte sich von der Größe $7^m,0$ an durch eine

gerade Linie ausgleichen ließen. Dieser Geraden entspricht die folgende Beziehung zwischen den Küstner- und Sticker-Größen: $m_{St.} = 7^m,06 + 0^m,21\ (m_{Kü.} - 7^m,0)$.

Alle Betrachtungen lassen sich jetzt in der Tabelle der definitiven Reduktionen der Kü.-Sterne zusammenfassen. Der Anschluß an die Tabelle der vorläufigen Reduktionen auf S. 28 ist bei dem Gürtel IV vollkommen gelungen; dagegen ist die Skalenkrümmung in den vier anderen Gürteln doch noch stärker als zuvor angenommen wurde.

Tabelle der definitiven Reduktionen der Kü.-Sterne auf den G. K.

Kü.-Gr.	0°—27° 36°—51°	27°—36°	Gesamt	Kü. Gr.	0°—27° 36°—51°	27°—36°	Gesamt
4,6			*—0,04*	7,6	+0,10	+0,18	*+0,12*
4,8			*— 5*	7,8	+ 14	+ 23	*+ 16*
5,0			*— 6*	8,0	+ 17	+ 28	*+ 20*
5,2			*— 7*	8,2	+ 22	+ 32	*+ 25*
5,4			*— 7*	8,4	+ 28	+ 36	*+ 30*
5,6			*— 6*	8,6	+ 35	+ 40	*+ 35*
5,8			*— 5*	8,8	+ 40	+ 44	*+ 40*
6,0			*— 5*	9,0	+ 45	+ 48	*+ 45*
6,2			*— 3*	9,2	+ 51	+ 53	*+ 51*
6,4			*— 1*	9,4	+ 56	+ 58	*+ 56*
6,6			*0*	9,6	+ 60	+ 62	*+ 60*
6,8	+0,02	+0,03	*+ 2*	9,8	+ 63	+ 66	*+ 64*
7,0	+ 3	+ 6	*+ 4*	10,0	+ 67	+ 70	*+ 69*
7,2	+ 5	+ 10	*+ 6*	10,2	+ 70	+ 74	*+ 74*
7,4	+ 7	+ 14	*+0,08*	10,4	+0,72	+0,78	*+0,78*

Will man die Abhängigkeit von der Deklination unberücksichtigt lassen, was für manche Zwecke sicher erlaubt ist (die größte Abweichung beträgt ein Zehntel Größenklasse bei $8^m,0$), so kann man mit den Mittelwerten rechnen, die unter Zugrundelegung des gesamten Materials abgeleitet worden sind. Der Fehler, den man dabei begeht, kann im Höchstfall $0^m,08$ erreichen. Die im Helligkeitsverzeichnis zusammengestellten Kü.-Größen sind durchweg mit den getrennten Reduktionen verbessert worden.

Daß bei der augenscheinlich sorgfältigen und eingehenden Reduktion, die Küstner seinen Schätzungen hat angedeihen lassen, noch ein so starker Gang der Skalenkorrektion übrig geblieben ist, mag er-

staunlich erscheinen und ist es hier wohl am Platze, auf die möglichen Ursachen dafür hinzuweisen. Als solche können nur in Frage kommen eine unrichtige Bestimmung der Gitterblendwerte oder der Skalen-, evtl. auch der Zonen-Korrektionen. Daß die von Küstner in die Rechnung eingeführten Gitterblendwerte zu klein sind, haben wir oben bereits auf S. 25 auseinandergesetzt. Inwieweit die Verwendung zu kleiner Gitterblendgrößen die Sterngrößen systematisch verfälscht, läßt sich im Einzelfall natürlich nur dann nachprüfen, wenn man — etwa aus den Originaltagebüchern — die für jeden Stern gerade verwandten Zonenanhaltssterne heraussuchen würde, unter denen sich sowohl unabgeblendete wie auch mit jedem der 3 Gitter abgeblendete befinden werden. Aber selbst hiermit ist die Frage nur verschoben und es wäre zu erklären, wie Küstner zu den zu kleinen Blendgrößen gelangte. Vergleichen wir hierzu S. 70 bei Kü. und die von mir abgeleiteten Werte S. 26. Die von Guthnick abgeleiteten Werte, die nach S. 26 den richtigen Blendgrößen fast genau entsprechen, sind von Küstner ausgeschlossen worden. Vielmehr bildete Küstner seine definitiven Blendgrößen aus dem Mittel der aus seinen eigenen Beobachtungen abgeleiteten und aus der von Mönnichmeyer gelieferten. Gegen Mönnichmeyers Werte, die erheblich kleiner sind, spricht außerdem der Umstand, daß M. durchgehend im dunklen Feld beobachtet hat, im Gegensatz zu der am Meridiankreis üblichen Feldbeleuchtung. Dagegen liegen Küstners Werte den von mir geforderten Beträgen schon näher.

Ferner ist zu bedenken, daß die Größen von Küstner, wie schon früher erwähnt, nach einer P. D. ganz fremden Skala, der der B. D., deren Verengerung nach den schwachen Sternen zu und deren Abhängigkeit von der Sternfülle u. a. mehr damals noch nicht bekannt war, geschätzt wurden und später erst rechnungsmäßig an die Skala der E. K. angeschlossen wurden. Vielleicht wäre die Skalenkorrektion, das Ergebnis dieser Arbeit, kleiner ausgefallen, wenn die Potsdamer Durchmusterung schon bei der Entstehung des Größensystems vorgelegen hätte. Spätere Meridiankreisbeobachter wie Mönnichmeyer und Hopmann (Bonner Ver. 20) waren hier in günstigerer Lage, wie ihre kleineren Skalenkorrektionen l. c. zeigen. Für den nicht so guten Anschluß der schwächeren Sterne mag auch erschwerend mitsprechen, daß die Zahl der zur Verfügung stehenden Anhaltsterne weit geringer ist als bei den helleren Sternen. Auf S. 56 finden wir bei Kü. für Sterne schwächer als $10^m,1$ nur 147 Anhaltssterne, für $9^m,7$ — $10^m,1$ dagegen 607, und für alle übrigen Größengruppen von etwa $0^m,3$ — $0^m,4$ Umfang durchschnittlich immer 1000 An-

haltsterne. Der Grund hierfür liegt natürlich darin, daß bei noch stärkerer Abblendung der Anhaltsterne die Sicherheit der Positionsbestimmung, der Hauptaufgabe des Küstnerschen Katalogs, zu sehr gelitten hätte.

Die Forderung nach einem geeigneten System von schwächeren Anhaltsternen, wie sie für Prager z. B. im Küstner'schen Katalog vorlagen, ist also recht dringend. Vielleicht kann auch hier das im Anhang veröffentlichte Helligkeitsverzeichnis manche Lücke ausfüllen.

REDUKTION DER PRAGERSTERNE.

Die Differenzen St.-Pr. aus insgesamt 393 Sternen sind nach Größen und Rektaszensionsgruppen getrennt in der nächsten Übersicht zusammengestellt.

Differenzen St.—Pr.

Pr. Gr.	Mittel	0^h—6^h		6^h—12		12^h—18^h		18^h—24^h		Gesamt	
		**	Δ	**	Δ	**	Δ	**	Δ	**	Δ
8,0— 8,5	8,26	5	+19	14	+35	8	+51	9	+26	36	+34
8,5— 9,0	8,70	12	+43	24	+42	13	+35	10	+42	59	+40
9,0— 9,5	9,29	50	+50	37	+53	22	+50	30	+54	139	+52
9,5—10,0	9,70	35	+65	44	+63	23	+72	24	+65	126	+65
<10,0	10,21	9	+82	12	+67	10	+63	2	+44	33	+68

Eine Abhängigkeit von der Rektaszension ist wohl nicht ausgesprochen. Dagegen scheint hier der Anschluß an die aus dem direkten Vergleich gewonnenen Differenzen (S. 29) nicht so gut zu sein. Dort ergab sich aus 42 Werten die durchschnittliche Differenz $+0^m,23$. Das könnte natürlich auf eine Nullpunktsverschiebung von etwa $0^m,1$ meiner Skala gegenüber der normalen P. D. Skala hindeuten. Ich habe jedoch eine Berücksichtigung derselben nicht für nötig gehalten, da sie durch den sicheren Anschluß der Kü.-Sterne im gleichen Deklinationsbereich nicht bestätigt wird. Vielmehr fügt sich auch hier das Mittel aus allen 78 Werten, nämlich 28, den beiden durch die helleren und durch die schwächeren Sterne hindurchgelegten ausgleichenden Kurven gut ein. Die Anbringung einer Nullpunktsdifferenz meiner Kurve würde an der Stelle $8^m,0$ eine Krümmung in die Kurve der Differenzen St.—Pr. hereinbringen, die mir wenig wahrscheinlich erscheint. Wir erhalten damit unter Benutzung der vor-

läufigen Reduktionen auf S. 29 die nachstehenden endgültigen Reduktionen von $0^m,2$ zu $0^m,2$, die sich ziemlich eng an die Küstnerschen Korrektionen für die Zone 31^0—40^0 anschließen.

Definitive Reduktionen der Pr.-Sterne auf den G.K.

Pr. Größe	Reduktion	Pr. Größe	Reduktion
m	m	m	m
4,6	—0,07	7,6	+0,12
4,8	— 9	7,8	+ 16
5,0	— 10	8.0	+ 22
5,2	— 10	8,2	+ 28
5,4	— 9	8,4	+ 32
5,6	— 8	8,6	+ 36
5,8	— 7	8,8	+ 41
6,0	— 6	9,0	+ 45
6,2	— 4	9,2	+ 50
6,4	— 3	9,4	+ 54
6,6	— 1	9,6	+ 59
6,8	+ 2	9,8	+ 63
7,0	+ 4	10,0	+ 68
7,2	+ 6	10,2	+ 72
7,4	+0,08	10,4	+0,76

ÜBER DIE SKALA DER HARVARD ANNALS 70.

Wie schon eingangs erwähnt, habe ich gleichzeitig mit dieser Arbeit eine Untersuchung über die Größenskala der Pickeringschen Durchmusterung der B. D. Zonen unternommen und in jedem Feld des Hauptgürtels von 30^0—40^0 einen Stern aus der B. D. Zone $+34^0$ mitbeobachtet. Im ganzen liegen also 60 Sterne vor, und zwar solche die von Pickering schwächer als $10^m,0$ beobachtet worden sind. Ich teile hier die Einzelwerte nicht ausführlich mit, sondern die zu je 10 zusammengefaßten Mittelwerte, geordnet nach dem Argument der Harv. Größe. Das Reduktionsverfahren war genau das gleiche, wie bei allen übrigen Zonensternen. Der wahrscheinliche Fehler einer auf 2,4 Beobachtungen beruhenden Größenangaben beträgt hier $\pm 0^m,081$.

Dekadenmittel:		Ausgeglichene Differenzen:	
Harv. Gr.	St.-Harv.	Harv. Gr.	St.-Harv
m	m	m m	m
10,34	+0,488	10,2—10,8	+0,50
60	511	10,9	48
82	502	11,0	45
11,02	447	11,1	40
18	353	11,2	35
37	+0,233	11,3	28
		11,4	+0,20

Gleicht man die Werte graphisch aus, so erhält man die danebenstehende Tabelle der systematischen Differenzen Sticker—Harvard.*) Im Mittel beträgt die Differenz St.-Harv. für das ganze Intervall von $10^m,2$—$11^m,4$: + $0^m,42$. Es sei hier zum Vergleich die systematische Differenz herangezogen, die Hassenstein in Potsd. Publ. 85 zwischen der Potsdamer Poldurchmusterung (P. D. P.) und den H. A. 70 findet, nämlich im Mittel aus 31 Sternen für das Intervall $10^m,0$—$11^m,4$: P. D. P.—Harv. = + $0^m,16$

Um zu untersuchen, ob eine ähnliche Differenz zwischen den beiden Skalen auch für die helleren Sterne besteht, habe ich folgenden Weg eingeschlagen. Hopmann hat in seiner Untersuchung über die Skala der B. D. auf S. 38 einen Vergleich von 916 auf die Kü.-Skala reduzierten B. D. Sterne mit denen der H. A. 70 durchgeführt; berücksichtigt man nunmehr die von mir abgeleitete Korrektion der Kü.-Skala, so erhält man die Differenzen (St. bezw. P. D.) — Harv. auf einem andern Wege. In gleicher Weise läßt sich der von Wachmann in seiner Kieler Dissertation (A N 227 S. 401) durchgeführte Vergleich von 327 dem Pragerschen Katalog und den H. A. 70 gemeinsamen Sternen benutzen.**) Auch hier führt

*) Man hat Pickerings schneller Arbeitsweise gelegentlich die häufigere falsche Identifizierung der B. D. Objekte zugeschrieben. Meine in aller Ruhe angestellten Messungen, bei den sicher keine Fehlidentifizierung stattgefunden hat, geben in keinem der 60 Fälle, nach Berücksichtigung der obigen systematischen Differenzen, größere Abweichungen zwischen Pickering und mir, die über das zulässige Maß hinausgingen.

**) Der von Wachmann abgeleitete sehr starke Gang der Differenzen Harv.—Pr. für die schwächsten Sterne erscheint mir allerdings nicht verbürgbar. In der Tat ergab eine Nachprüfung folgendes: Zum Vergleich standen für die Gruppe $10^m,0$—$10^m,5$ (Pr. Gr.) nur 22, für Sterne schwächer als $10^m,5$ sogar nur 4 zur Verfügung. Von diesen 26 Sternen sind zwei besonders herausfallende m. E. noch zu streichen, da sie von Prager als enge Duplices gekennzeichnet sind und von Pickering womöglich das Gesamtlicht gemessen worden ist.

die Anbringung der Korrektion der Prager Skala zu den Differenzen St.—Harv.

Die beiden folgenden Tabellen, in denen die Vergleiche der Übersichtlichkeit wegen zusammengestellt sind, enthalten zu dem Argument der Kü. (bezw. Pr.) Größen die ihnen entsprechende Harvardgröße, die Differenz red. B. D. (bezw. Pr.) Größe — Harvard, die von mir abgeleiteten Korrektionen Kü. (bezw. Pr.) — St. und endlich die daraus ermittelten Differenzen St.—Harv.

Kü. Gr.	= Harv. Gr.	red. B. D. — Harv.	Kü. — St.	St. — Harv.
7,8	7,8	+ 5	—23	+28
8,3	8,4	— 9	—34	+25
8,7	8,7	+ 1	—42	+43
9,0	9,0	+ 3	—48	+51
9,4	9,4	+ 3	—57	+60
9,6	9,7	— 7	—62	+55
9,8	9,9	—10	—66	+56
9,9	10,1	—20	—68	+48
10,1	10,7	—57	—72	+15

Pr. Gr.	= Harv. Gr.	Pr. — Harv.	Pr. — St.	St. — Harv.
7,0	7,0	+ 6	— 4	+10
7,5	7,5	+ 3	—10	+23
8,0	8,0	+ 2	—22	+24
8,5	8,5	+ 5	—34	+39
9,0	9,0	+ 5	—45	+50
9,5	9,5	+ 2	—56	+58
9,7	9,8	— 8	—61	+53
9,9	10,1	—18	—66	+48
10,0	10,2	—24	—68	+44
10,3	10,8	—46	—74	+28
10,5	11,1	—63	—78	+15

Wie man sieht, führen beide Vergleiche zu nahe demselben Gang der Differenzen G. K.-Harvard. Die Zusammenfassung und graphische Ausgleichung ergibt folgende endgültige Beziehung zwischen der Harvard Skala und der durch mein System fortgesetzten P. D. Skala.

Harv. Gr.	St. — Harv.
7,5	+ 5
7,5	+17
8,0	+27
8,5	+38
9,0	+50
9,5	+58
10,0	+50
10,5	+35
11,0	+15

Harv. Gr.	P. D. P. — Harv.
7,0— 9,0	+11
9,0—10,0	+23
10,0—11,4	+16

Die Zusammenstellung dieser Werte und den von Hassenstein l. c. angegebenen Differenzen P. D. P.-Harv. zeigt auch hier eine Nullpunktsdifferenz von 1—2 Zehntel Größenklassen. Die Fortsetzungen der Skala des G. K. haben also anscheinend nicht zu einem übereinstimmenden Ergebnis geführt.

VERGLEICH MIT ANDEREN HELLIGKEITS-VERZEICHNISSEN.

Wir wollen nun im folgenden versuchen, auf anderem Wege die Reduktion der Kü.-Skala herzuleiten und damit weitere Aufschlüsse über das Verhalten meiner Größenskala bei den schwächeren Sternen zu gewinnen. Um sicher zu gehen, habe ich zu diesem Zweck vier weitere photometrische Untersuchungen herangezogen. Es sind dies

1. Die photovisuellen Größen der Parkhurstschen Photometrie der Selected Areas Zone $+45^{0}$ (Publ. of the Yerkes Obs. IV, 6). Die photovisuellen Yerkes Größen basieren auf dem System des G. K. der P. D., dessen Größen zur Bestimmung der Nullpunkte in den einzelnen Feldern diente. Die Festlegung der Skala erfolgte nach dem Hertzsprungschen Verfahren. Die zur Reduktion auf die internationale Skala an die P. D. Sterne angebrachte Korrektion von $0^{m},30$ ist hier natürlich wieder in Abrechnung gezogen worden. Der Katalog umfaßt 133 B. D. Sterne schwächer als $7^{m},5$ B. D. Größe. Die B. D. Größenangaben wurden mittels der Hopmannschen Reduktionstabellen auf das Kü.-System reduziert. Das Ergebnis des Vergleiches ist folgendes:

red. B. D.	Größe	n	Yerkes — red. B. D.
8,0— 8,4	8,22	13	+21
8,5— 8,7	8,60	13	+34
8,8— 9,0	8,91	12	+55
9,1— 9,2	9,15	11	+45
9,3— 9,4	9,38	13	+44
9,5	9,50	11	+62
9,6	9,66	10	+34
9,7	9,70	7	+44
9,8	9,80	10	+28
9,9	9,90	7	+56
10,0	10,00	22	+57
10,1—10,2	10,15	4	+56

Über die hieraus gewonnenen ausgeglichenen Werte, sowie den Vergleich mit den von mir abgeleiteten Korrektionen, siehe weiter unten.

2. Das Graffsche Verzeichnis der Helligkeiten in den Zentralhyaden (A. N. 220) enthält 177 B. D. Sterne schwächer als $7^m,5$. Die Graff'schen Sterngrößen habe ich durch Anbringung der Korrektion von $0^m,16$ vom Harvard System auf das System der G. K. reduziert. Der Vergleich mit den reduzierten B. D. Größen ergibt folgendes:

red. B. D.	Größe	n	Gr. — red. B. D.
7,8—7,9	7,72	12	+ 6
8,0—8,3	8,15	14	+ 1
8,4—8,6	8,51	14	—16
8,7—9,0	8,95	14	—13
9,1—9,3	9,33	19	+ 7
9,4—9,6	9,54	17	— 2
9,7	9,70	12	+12
9,8	9,80	14	— 4
9,9	9,90	18	+31
10,0	10,00	43	+50

3. Pannekoek hat in Publ. of the Astr. Inst. Amsterdam I Tabellen zur Reduktion der B. D. Größen auf die Harvard Skala (H. A. 24, 50 und 70) gegeben. Die Gegenüberstellung dieser Tabellen mit den Hopmannschen gibt nach Abzug der Nullpunkts-Differenz von $0^m,16$ natürlich wieder einen Anhalt über die Größe der Korrektion der Kü.-Skala.

	8,0 BD = 8,1 Kü			8,5 BD = 8,6 Kü			9,0 BD = 9,3 Kü			9,5 BD = 10,0 Kü		
Dekl.	Hopm.	Pann.	P.-H.	Hopm.	Pann.	P.-H.	Hopm.	Pann.	P.-H.	Hopm.	Pann.	P.-H.
0 0												
0— 5	+00	—31	—31	+ 0	—10	—10	+20	+16	— 4	+40	+122	+ 82
5—10	— 1	—26	—25	— 1	— 8	— 7	+22	+17	— 5	+47	+122	+ 75
10—15	+ 5	—13	—18	+ 5	— 3	— 8	+25	+16	— 9	+46	+128	+ 82
15—20	+ 7	— 3	—10	+ 7	+ 6	— 1	+28	+11	—17	+49	+128	+ 79
20—25	+ 7	+ 3	— 4	+ 7	+12	+ 5	+31	+18	—13	+54	+132	+ 78
25—30	+11	+ 3	— 8	+11	+13	+ 2	+34	+27	— 7	+50	+148	+ 98
30—35	+13	+ 6	— 7	+13	+15	+ 2	+32	+30	— 2	+51	+158	+107
35—40	+14	+16	+ 2	+14	+24	+10	+32	+27	— 5	+54	+145	+ 91
40—45	+17	+18	+ 1	+17	+26	+ 9	+34	+36	+ 2	+57	+120	+ 63
45—50	+20	+14	— 6	+20	+22	+ 2	+38	+40	+ 2	+60	+115	+ 55
5^0—50^0			—13			0			— 6			+ 81
red. +0m,16			+ 3			+16			+10			+ 97

4. 129 B. D. Sterne zwischen $8^m,0$ und $9^m,5$, über den ganzen Himmel verteilt sind von Hopmann (am gleichen Bonner Instrument, wie die vorliegende Arbeit) vermessen worden. H. findet (A N 214 S. 23) zu dem Argument der red. B. D. Größe folgende Differenzen Hopmann — red. B. D.

red. B. D.	n	H. — red. B. D.
8,0	8	+ 7
8,1—8,3	21	+21
8,4—8,8	14	+19
8,9—9,2	13	+16
9,3	18	+14
9,4	11	+13
9,6	11	+ 8
9,7	10	+49
9,9	4	+71
10,0	20	+90

Ich stelle nunmehr alle 4 Vergleiche nach graphischer Ausgleichung nebst den von mir auf S. 34 abgeleiteten zu dem Argument der reduzierten B. D. Größe, d. h. also der Kü.-Größen zusammen.

Kü. Größe	St.—Kü.	Yerkes—Kü.	Graff—Kü.	Pann.—Kü.	Hopm.—Kü.
7,5	+10		+10		+ 7
8,0	+20	+13	— 3	+ 3	+20
8,5	+33	+30	—14	+ 6	+18
9,0	+44	+45	—14	+16	+13
9,5	+58	+52	0	+46	+13
10,0	+70	+57	+50	+96	+90

Man sieht, daß die mit systematischen Fehlern sicher am wenigsten behaftete Reihe der photographisch bestimmten Yerkes Größen die von mir geforderten Beträge sehr gut darstellt. Auch die 3. und 4. Reihe sprechen ziemlich zu meinen Gunsten. Aus dem Rahmen fällt eigentlich nur der Vergleich mit den Graffschen Größen, gegen deren Heranziehung zwei Gründe hier mitsprechen: erstens, daß es sich um eine gedrängte Sterngruppe handelt, bei welcher die B. D. Skala möglicherweise von der normalen abweicht und zweitens, daß es Sterne von durchweg gelblicher Farbe sind, deren Größen sich nicht ohne weiteres mit solchen vergleichen lassen, bei denen alle Farbenklassen gleichmäßig vertreten sind. Mit Deutlichkeit zeigen aber alle 4 Vergleiche, daß die von mir geforderten Korrektionen für die schwächsten Kü.-Sterne der Größenordnung nach richtig sein dürften. Das Mittel aus allen vier Reihen ergibt für die Größe $10^m,0$ die Differenz G. K.—Kü. $= + 0^m,73$.

Der vierte Teil der Arbeit umfaßt das Helligkeitsverzeichnis; dieses enthält von 400 Sternen zwischen 31^0 und 40^0 und 220 Sternen zwischen 0^0 und 31^0, 40^0 und 51^0 die von mir beobachteten Größen nebst den auf mein System reduzierten Kü.- bezw. Pr. Größen, sowie den Mittelwert aus allen drei Reihen. Die wahrscheinliche Differenz Sticker—red. Kü. beträgt $\pm 0^m,146$, Sticker—red. Pr. $\pm 0^m,161$. Der wahrscheinliche Fehler der Katalogmittelwerte beträgt $\pm 0^m,060$.

Lebenslauf

Geboren bin ich, Bernhard Sticker, katholischer Konfession, am 2. August 1906 in Berlin als viertes Kind des praktischen Arztes Professor Dr. Anton Sticker und seiner Ehefrau Rosa Amalie geb. Stittgen. In Berlin besuchte ich von 1912 bis 1921 das Friedrich-Werdersche Gymnasium, die drei folgenden Jahre in Linz am Rhein das staatliche Gymnasium, wo ich im März 1924 die Reifeprüfung ablegte. S. S. 1924 bis S. S. 1925 studierte ich in Bonn Astronomie, W. S. 1925/26 bis S. S. 1926 in Münster i/W., W. S. 1926/27 bis W. S. 1927/28 wieder in Bonn. Die mündliche Prüfung bestand ich am 15. Febr. 1928.

Meine akademischen Lehrer waren in Bonn:

Beck, Hausdorff, Hopmann, Kohlschütter, Konen, Küstner, Mönnichmeyer, I. O. Müller, Pfeiffer, Pflüger.

In Münster: Busz, Kamke, R. König, Krafft, Kratzer, Lindow, Plassmann, Schewior.

Ihnen allen bin ich zu großem Dank verpflichtet, insbesondere Herrn Prof. Hopmann für die vielen Anregungen, die ich während meines Studiums und während dieser Arbeit von ihm empfangen habe.